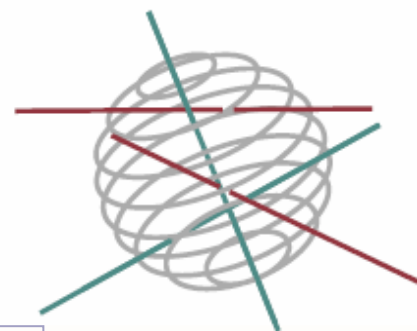


# SSD

SCIENCE FOR A SUSTAINABLE DEVELOPMENT



**BIODIVERSITEIT VAN DRIE GROEPEN REPRESENTATIEF VOOR HET  
ANTARCTISCH ZOOBENTHOS - RESPONS OP VERANDERINGEN**

**BIANZO II**

M. RAES, A. VANREUSEL, C. DE BROYER, P. MARTIN,  
C. D'UDEKEM D'ACUZ,  
H. ROBERT, C. HAVERMANS, C. DE RIDDER, P. DAUBY, B. DAVID



ENERGY 

TRANSPORT AND MOBILITY 

AGRO-FOOD 

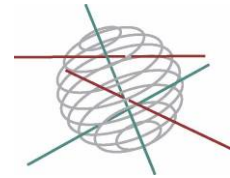
HEALTH AND ENVIRONMENT 

CLIMATE 

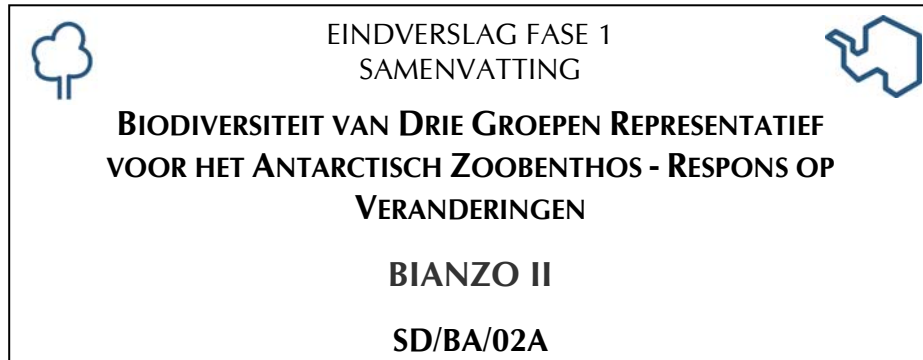
**BIODIVERSITY**   

ATMOSPHERE AND TERRESTRIAL AND MARINE ECOSYSTEMS   

TRANSVERSAL ACTIONS 



***Antarctica Biodiversiteit***



**Promotoren**

**Ann Vanreusel**

Universiteit Gent (UGent)

**Claude De Broyer & Patrick Martin**

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)

**Chantal De Ridder**

Université Libre de Bruxelles (ULB)

**Patrick Dauby**

Université de Liège (ULg)

**Bruno David**

Université de Bourgogne (uB)

**Auteurs**

**Dr. Maarten Raes, Prof. Dr. Ann Vanreusel, Msc. Francesca Pasotti**

Universiteit Gent (UGent)

**Dr. Claude De Broyer, Dr. Patrick Martin, Dr. Cédric d'Udekem  
d'Acoz, Msc. Henri Robert, Msc. Charlotte Havermans**

Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN)

**Prof. Dr. Chantal De Ridder, Dr. Philippe Dubois**

Université Libre de Bruxelles (ULB)

**Prof. Dr. Patrick Dauby**

Université de Liège (ULg)

**Dr. Bruno David**

Université de Bourgogne (uB)



BELGIAN SCIENCE POLICY



Rue de la Science 8  
Wetenschapsstraat 8  
B-1000 Brussels  
Belgium  
Tel: + 32 (0)2 238 34 11 – Fax: + 32 (0)2 230 59 12  
<http://www.belspo.be>

Contact person: Maaïke Vancauwenberghe  
+ 32 (0)2 238 36 78

Neither the Belgian Science Policy nor any person acting on behalf of the Belgian Science Policy is responsible for the use which might be made of the following information. The authors are responsible for the content.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without indicating the reference :

Raes, M., Vanreusel, A., De Broyer, C., Martin, P., d' Udekem d'Acoz, C., Robert, H., Havermans, C., De Ridder, C., Dauby, P., David, B. **BIANZO II: Biodiversiteit van drie groepen representatief voor het Antarctisch Zoobenthos - Respons op veranderingen** – Eindverslag Fase 1. Samenvatting. Brussel : Wetenschapsbeleid 2009 – 7 p. (Onderzoeksprogramma “Wetenschap voor een Duurzame Ontwikkeling”)

Polaire regio's ervaren klimaatsverandering in veel sterkere mate dan welke andere regio op aarde. Vooral het Antarctische schiereiland is één van de snelst opwarmende gebieden op aarde. De Antarctische fauna is over het algemeen stenothermaal en gevoelig voor verhoogde temperaturen, en zou dus ernstig verstoord kunnen worden door een veranderende (opwarmende) omgeving. Globale klimaatsopwarming heeft ook secundaire effecten op de omgeving en haar bewoners, zoals het grootschalig afsmelten van ijsplaten, veranderingen in de beschikbaarheid, kwantiteit en kwaliteit van voedsel (regimeverschuivingen), acidificatie van de oceaan, het versneld afsmelten van gletsjers (incl. verzoeting en toenemende sedimentatie)... De complexiteit van de effecten, reacties en interacties kan enkel ten volle begrepen worden als we onze kennis van de biologie van onze richtgroep, nl. het Antarctische zoobenthos, vergroten. Het is cruciaal om een uitgebreid archief aan fundamentele informatie aan te leggen over Antarctische mariene biodiversiteit, dat kan gebruikt worden als een betrouwbare maatstaf waarmee toekomstige veranderingen kunnen beoordeeld worden. Het is daarnaast uiterst belangrijk om de ecologische rol van biodiversiteit in het functioneren van het ecosysteem in de Zuidelijke Oceaan beter te begrijpen en in te schatten hoe haar structurele en functionele karakteristieken beïnvloed kunnen worden door een veranderend klimaat. Deze aspecten komen aan bod in het BIANZO II project, waarin de nadruk ligt op vertegenwoordigers van drie grootteklassen van het zoobenthos: Nematoda (meiobenthos), Amphipoda (macrobenthos) en Echinoidea (megabenthos).

Het project is opgebouwd rond drie complementaire werkpakketten: NOWBIO, DYNABIO en FOREBIO. Binnen NOWBIO wordt de Antarctische benthische biodiversiteit gekarakteriseerd en haar verspreiding langs bathymetrische en geografische gradiënten bestudeerd. Daarnaast wordt ook getracht om een verklaring te geven voor de onderliggende processen die deze biodiversiteit sturen. Speciale aandacht gaat naar cryptische speciatie en ectosymbiose. Het werkpakket DYNABIO richt zich op de ecofunctionele rol van benthische biodiversiteit en het vermogen van het benthos om om te gaan met verandering. Dit omvat onder andere de studie van trofodynamische en metabolische aspecten van de onderzochte fauna en de impact van temperatuursgerelateerde veranderingen zoals directe temperatuurseffecten, veranderingen in voedselbeschikbaarheid en -samenstelling en zeewater acidificatie op functionele en structurele aspecten van de benthische gemeenschappen. Informatie verzameld tijdens vroegere projecten en in de twee eerste werkpakketten wordt verder ook gebruikt om een model te ontwikkelen dat mogelijke veranderingen in benthische gemeenschappen tengevolge van globale milieuverandering kan voorspellen (FOREBIO WP).

Tijdens de eerste fase van het project lag de nadruk van ons onderzoek vooral op biogeografie en fylogeografie, de trofische positie van de drie benthische groepen, hun vermogen om om te gaan met opwarming en acidificatie, en hun reactie op het op grote schaal afsmelten van ijsplaten.

Stalen werden verkregen tijdens verschillende expedities in de Weddell en Scotia Zee: ANDEEP I, II, III; ANDEEP-SYSTCO; ANT-XXIII/8 en BENTART'06. Het meiobenthos werd verzameld met een multicorer (dieper continentaal plat en diepzee), of door duikers (ondiep subtidaal). Macro- en megafauna werd verzameld met verschillende toestellen: Agassiz trawl, Rauschert dredge... Genetische karakterisatie van amfipoden was gebaseerd op de analyse van COI, 28S en 18S sequenties. De trofische positie van de doelgroepen werd onderzocht aan de hand van biomerker analyses ( $\delta^{13}\text{C}$  en  $\delta^{15}\text{N}$  stabiele isotopen; vetzuren), darminhoudanalyses, en de karakterisatie van de darm microflora. Het vermogen van het benthos om om te gaan met temperatuursverhoging, de invloed van trofisch druk op het energiebudget van amfipoden, en de impact van acidificatie op de groei van het skelet en larvale ontwikkeling bij zeeëgels werden bestudeerd aan de hand van laboratoriumexperimenten.

Het FOREBIO GIS model is momenteel onder constructie. Het frame, gebaseerd op lengte- en breedtegraden, is al afgewerkt (vóór op schema), en zowel de sediment- als dieptedata zijn reeds toegevoegd. Gegevens over zeestromingen en oppervlakte- en zeebodentemperaturen worden momenteel aangevuld. Soortspecifieke data werden ook reeds toegevoegd voor zeeëgels, o.a. taxonomische informatie, staalnamecoördinaten, en complementaire data over de ecologie van het taxon. Deze ecologische informatie omvat levenswijze, voeding, voortplanting en symbiose.

Een grondige analyse van nieuwe specimens en museummateriaal van het amfipodengenus *Liljeborgia* heeft geleid tot de beschrijving van 15 nieuwe soorten en een gedetailleerde revisie van het genus. Een biogeografisch onderzoek van *Liljeborgia* suggereert dat faunale uitwisselingen tussen continentaal plat en abyssale dieptes in Antarctica recent zijn voorgekomen, en dat er een zekere mate van endemisme is, waarbij bepaalde soorten beperkt zijn tot Antarctica s.s. en andere tot subantarctische gebieden. Een vergelijkbare mate van endemisme werd waargenomen bij de familie Phoxocephalidae. De afwezigheid van ogen in Arctische vertegenwoordigers van de *Liljeborgia georgiana* groep duidt op een oorsprong van deze groep op het continentaal plat van de Zuidelijke Oceaan en het verlies van ogen tijdens hun migratie naar het noorden op abyssale dieptes. Hoewel specimens van *Liljeborgia georgiana* afkomstig van dezelfde locatie hetzelfde haplotype hebben, zijn specimens van ver verwijderde locaties en verschillende dieptes genetisch verschillend, zelfs in die mate dat de dieper gevonden vertegenwoordigers van deze soort als nieuwe soorten zullen beschreven worden. Een gedetailleerde revisie van de Antarctische amfipodenfauna resulteerde ook in het beschrijven van twee nieuwe families: de Alicellidae fam. nov. en de Valettiopsidae fam. nov. Een moleculaire analyse (COI) van vertegenwoordigers van de orchomenidengroep (familie Lysianassoidea) onthulde nieuwe soorten, en de soorten *Orchomenella pinguides* en *O. cavimanus* worden nu gezien als complexen van cryptische, sympatrische soorten. Deze nieuwe inzichten hebben belangrijke implicaties met betrekking tot de biogeografie en biodiversiteit van de Antarctische amfipodenfauna.

Genus diversiteit van Antarctische nematoden is vergelijkbaar met die van de Atlantische Oceaan en de Middellandse Zee, en veel hoger dan die in de Arctische Oceaan. Voor amfipoden werden de Weddell Zee, het Antarctisch Schiereiland (+ Zuid-Shetland Eilanden), Ross Zee, Zuid-Georgië, Kerguelen Eilanden en Bouvet Eiland als biodiversiteitshotspots geklasseerd. Uit een totaal van 900 zeeëgelsoorten leven er 79 ten zuiden van het Antarctische Polaire Front. In de Zuidelijk Oceaan zijn talrijke nematodensoorten zeldzaam en nieuw voor de wetenschap. Ze zijn ofwel zeer beperkt in hun voorkomen, of kunnen voorkomen in een breed gebied. Op soortsniveau kunnen Antarctische nematoden een hoge mate van endemisme kennen, hoewel er verspreidingsroutes bestaan die een verbinding maken met lagere breedtegraden. Binnen de Gammaridea en Corophiidea (Amphipoda) kan de graad van endemisme voor de Zuidelijke Oceaan 79.8% bereiken. Endemisme is vooral groot bij Antarctische zeeëgels: 68% van de soorten zijn endemisch voor de Zuidelijke Oceaan. Meer dan 80% van alle Cidaridae en Schizasteridae zijn ook endemisch. Verspreidingspatronen van het Antarctische zoobenthos worden ook beïnvloed door bathymetrie. Nematodengenera hebben in Antarctica mogelijks een grotere diepteverspreiding dan in andere delen van de wereld, en een eurybathische verspreiding zou ook algemeen voorkomend kunnen zijn in deze taxonomische groep. Binnen de Antarctische amfipodensoorten zijn er drie duidelijk afgeijnde groepen m.b.t. bathymetrie: een groep van het continentaal plat, een groep van het dieper continentaal plat + bovenste continentale helling, en een groep van de diepere continentale helling + abyssale dieptes. Hoewel sommige soorten een wijde bathymetrische verspreiding lijken te hebben, zijn moleculaire analyses nodig om cryptische speciatie uit te sluiten. Bij zeeëgels zijn er sterkere gelijkenissen tussen het continentaal plat en de bovenste continentale helling dan tussen de continentale helling en de diepzee.

Het blijft onduidelijk wat de oorzaak is van de hoge lokale meiobenthische diversiteit in de diepzee, hoewel een verband met primaire productiviteit zeker mogelijk is. Dit verband werd onderzocht door de gemeenschappen aan het Polair Front te vergelijken met die van een station dat zuidelijker is gelegen. Er zijn ook steeds meer aanwijzingen dat bacteriën een belangrijk onderdeel zijn van het voedsel dat door nematoden wordt opgenomen. Een *ex situ* experiment met <sup>13</sup>C labelling werd uitgevoerd met diepzeemateriaal afkomstig van de Maud Rise. De eerste resultaten zijn nog niet voorhanden, maar een gelijkaardig experiment in de Arctische Oceaan toonde aan dat bacteriën weinig of niet worden opgenomen door nematoden.

Een ander *ex situ* experiment werd uitgevoerd op King George Eiland, met materiaal afkomstig van de ondiepe Potter Cove. Dit experiment tracht de voedingsvoorkeuren van nematoden te ontrafelen. <sup>13</sup>C-gelabelde bacteriën en diatomeeën werden toegevoegd aan de sedimentstalen onder

gecontroleerde omstandigheden. De stalen worden momenteel verwerkt, maar een eerste screening van de natuurlijke gemeenschappen wees op hoge densiteiten van meiofauna en nematoden (6315 nematoden/10 cm<sup>2</sup> gemiddeld), en een nematodengemeenschap gedomineerd door *Aponema*, *Daptonema*, *Amphimonhystrella* en *Halalaimus*. Een dergelijke samenstelling zou kunnen wijzen op een sterke aanrijking met organisch voedsel.

In het zelfde gebied werden directe temperatuurseffecten op Antarctische benthische gemeenschappen onderzocht aan de hand van een laboratoriumexperiment rond benthische respiratie, met afgesloten sediment- en waterstalen geïncubeerd bij 0°C, 2°C, 4°C en 6°C. Er is een sterke afname in zuurstofconcentratie voor alle sedimentbehandelingen, hoewel de snelheid van afname hoger wordt bij hogere temperaturen. De "zuurstofloze" fase wordt bereikt na 7 dagen bij de 6°C behandeling, waar bij de 0°C behandeling deze fase zelfs nog niet bereikt wordt na 14 dagen. Benthische respiratie was ook veel sterker in stalen aangereikt met extra voedsel, en de afname in zuurstofconcentratie gebeurde veel sneller in deze stalen.

De vetzuursamenstelling van peracaride schaaldieren, met de nadruk op amfipoden, onthulde duidelijke verschillen tussen pelagische soorten, die carnivoor of omnivoor zijn en zich voornamelijk voeden met flagellaten, en aaseters, gekenmerkt door een intensieve *de novo* biosynthese. De aanpassingssnelheid van de stabiele isotopen ratio in de lichaamsweefsels van Antarctische aaseters als een reactie op de aanwezigheid van nieuwe voedingsbronnen verschilt tussen soorten en hangt af van hun levenswijze. Het Specifieke Dynamische Activiteit (SDA) experiment, ontworpen om een gedetailleerd beeld te krijgen van de post-prandiale toename in metabolische activiteit, had te lijden onder verscheidene problemen. Het toonde echter wel aan dat aaseters een sterk vermogen hebben om om te gaan met lange periodes van uithongering.

De zeeëgel *Sterechinus antarcticus*, afkomstig van het Antarctische Schiereiland, is een carnivoor en depositie-eter, die zich voornamelijk voedt met een brede waaier aan dieren en sedimenten. Daarentegen voeden Antarctische Cidaridae zich enkel met Hydrozoa en Bryozoa, en de gematigde soort *Paracentrotus lividus* is ofwel een exclusieve herbivoor (Middellandse Zee) of een omnivoor die zich voedt met planten, algen en dieren (Bretagne). *Sterechinus antarcticus* is duidelijk een generalist qua voeding, en zou daarom mogelijks goed aangepast kunnen zijn om om te gaan met veranderingen in voedingsbronnen ten gevolge van globale klimaatsverandering, waar de Cidaridae mogelijks gevoeliger zijn. Analyse van de darminhoud en een stabiele isotopen analyse toonden aan dat *Sterechinus antarcticus* grote hoeveelheden sediment (en het organisch materiaal ermee geassocieerd) opneemt. De meeste bacteriën die gevonden werden in de darm van deze soort waren verwant met bewoners van mariene sedimenten, en zelfs met bacteriën afkomstig van *cold seep* sedimenten. Andere bacteriën die werden teruggevonden waren dan weer gekend als organismen geassocieerd met zee-ijs, zeewater en mariene invertebraten. Men kan dus stellen dat de microflora in de darm van *S. antarcticus* noch symbiotisch noch specifiek is, maar bestaat uit (tijdelijke) bacteriën die in diens omgeving voorkomen, en mogelijks geassocieerd zijn met het sediment dat door de zeeëgel wordt opgenomen. Cidaridae worden gekenmerkt door een zwak ontwikkelde microflora in de darm.

Globale klimaatsverandering kan ook leiden tot het afbreken van grote ijsplaten. In 2002 brak 500 biljoen ton of 3250 km<sup>2</sup> ijs af van de Larsen B ijsplaat, aan de oostzijde van het Antarctische Schiereiland, en dit in enkel 1 maand tijd (31/01-07/03/2002). Enkele jaren daarvoor, in 1995, was de ijsplaat in de nabij gelegen Larsen A regio bijna volledig afgebroken. Het afbreken van ijsplaten leidt in eerste instantie tot een verhoogde mate van verstoring door drijvende ijsbergen, en kan ook een negatief effect hebben op de primaire productie aan het wateroppervlak. Later opent het voordien door ijs bedekte gebied zich, wat dan weer leidt tot een toename in primaire productie en de mogelijkheid om het gebied binnen te gaan voor wetenschappelijke exploratie. Het gebied werd onderzocht tussen 11/01/2007 en 22/01/2007. Meiofauna werd verzameld in één station gelegen dichtbij de voormalige rand van de ijsplaat (B\_South), twee stations diep in het Larsen B gebied gelegen (B\_North; B\_West) en één station gelegen diep in het Larsen A gebied (A\_South), op een diepte van 229-427m. De omstandigheden onder het ijs, voorafgaand aan de afbraak van de ijsplaat, waren ongunstig omdat de hoeveelheid voedsel beperkt was, en de meiobenthische gemeenschap onder de ijsplaten was, hoewel zeker aanwezig,

duidelijk verarmd in densiteit en diversiteit. De situatie van station B\_West, met lage densiteiten, lage genusrijkdom en een sterke dominantie van *Halomonhystera* zijn typisch voor de omstandigheden die heersten vóór het afbreken van de ijsplaat. Meiobenthische en nematodengemeenschappen waren significant verschillende van elkaar in elk station. Enkel in station B\_South waren de densiteiten van de meiofauna en de nematodengemeenschap hoger of in dezelfde orde van de densiteiten op andere plaatsen in de Zuidelijke Oceaan. De 'binnenste' stations waren 5 jaar na het afsmelten van de Larsen B ijsplaat in 2002 nog steeds verarmd. Na het afbreken van de ijsplaat namen de densiteiten maar traag toe ten gevolge van een lokaal verhoogde toevoer van voedsel (fytoplanktonbloeien) en de toename aan snelle kolonistoren afkomstig van de nabij gelegen Weddell Zee. Een extrapolatie van de rekolonisatiesnelheid van nematoden na ijsbergerosie van de zeebodem toonde aan dat het meer dan 1000 jaar zal duren vooraleer de nematodengemeenschappen in de diepere delen van de Larsen baai volledig hersteld zijn in termen van densiteiten. De eerste kolonistoren zullen de binnenste Larsen stations echter hoogstwaarschijnlijk binnen 10 jaar (of iets langer) bereiken. Snelle kolonistoren hebben mogelijks gebruik gemaakt van deze opportuniteit om de nieuw vrijgekomen ruimte snel binnen te dringen. Het nematodengenus *Microlaimus*, dat dominant is in station B\_South, is een vrij belangrijk en meestal (sub)dominant genus in Antarctica en het subantarctisch gebied. Het staat gekend als een opportunistische, succesvolle en snelle kolonistator. De binnenste stations B\_West, B\_North en A\_South waren nog niet gekoloniseerd door nematoden vanuit de open Weddell Zee op het moment van de staalname. Verschillen in de lokale genussamenstelling tussen deze stations zijn waarschijnlijk het gevolg van verschillen in lokale omgevingsomstandigheden. De sterke gelijkheid tussen stations B\_North en A\_South, hoewel deze fysisch gescheiden zijn door de Drygalski Gletsjer Klif, is mogelijks het gevolg van een recente fytoplankton bloei in dit gebied. Verschillen tussen deze stations worden dan weer verklaard door verschillen in sedimentsamenstelling. De hoge diversiteit in station A\_South is gerelateerd aan een hoog gehalte aan vers voedsel en relatief grof sediment in dit station. Aan de andere kant is station B\_North gekenmerkt door lage diversiteit, wat toe te schrijven is aan een hoge mate van dominantie door nematoden en door *Thalassomonhystera* binnen de nematodengemeenschap.

Ectosymbiose op cidaroïde zeeëgels heeft een positieve invloed op lokale epibiont-biodiversiteit. In het Larsen gebied, dat recent ijsvrij werd, zijn de symbiontische gemeenschappen echter verarmd en lijken ze op de epibiont-gemeenschappen die in hetzelfde gebied op stenen worden teruggevonden. Dit zou erop kunnen wijzen dat de rekolonisatie van het gebied door ectosymbionten van zeeëgels zich nog steeds in een vroeg stadium bevindt, en dat er zich nog geen climaxgemeenschap heeft ontwikkeld.

De drie zeeëgelsoorten die teruggevonden werden in het Larsen gebied zijn stuk voor stuk indirect ontwikkelende, niet-broedende soorten met een breed verspreidingsgebied, gekenmerkt door een sterk vermogen tot dispersie. Het zijn ook depositievoeders, die zich voeden met een brede waaier aan voedingsbronnen. Dergelijke eigenschappen zijn typisch voor snelle kolonistoren, wat erop wijst dat deze soorten mogelijks pioniers zijn in de rekolonisatie van het voorheen met ijs bedekte Larsen gebied.

Een toename in antropogene CO<sub>2</sub>-uitstoot heeft geleid tot een afname in de pH van het oceanoppervlak. Een experiment met gecontroleerde lagere pH-waarden werd uitgevoerd om het effect van oceanische acidificatie op larvale en volwassen zeeëgels na te gaan. Bij lagere pH-waarden tonen significant meer larven een abnormale morfologie en kleinere afmetingen. Bij volwassen zeeëgels nam de interne pH significant af met de afname van de externe zeewater-pH. Dit wijst erop dat zeeëgels een zwak zuur-base compensatiemechanisme hebben. In de subantarctische soort *Arbacia dufresneii* vindt er geen skeletontbindingsmechanisme plaats om de verzuring van het coeloomvocht te compenseren. Er werden ook geen significante verschillen gevonden in stekel regeneratiesnelheid bij verminderde pH, en er wordt aangenomen dat calcificatie in het endoskelet van volwassen zeeëgels niet aangetast wordt door een blootstelling aan een lage pH op middellange termijn. In de Antarctische cidaroïde soort *Phyllacanthus imperialis* werd een zekere mate van corrosie waargenomen, die het hoogst was in jonge stekels bij een lage pH, wat erop wijst dat deze structuren, gekenmerkt door een bedekking met epitheel, fragieler zijn dan de volgroeide, naakte stekels.

Het BIANZO II project slaagde erin om de meeste van haar doelstellingen te bereiken. In de toekomst, binnen de tweede fase van het project, zal meer aandacht besteed worden aan de integratie van de resultaten van de verschillende partnerinstituten, en het uitbouwen en gebruiken van het FOREBIO GIS model. Integratie zal mogelijk gemaakt worden door een nauwe samenwerking bij het samenvatten van de effecten van globale klimaatsverandering op het Antarctische zoobenthos, wat zal resulteren in een gezamenlijke review paper over dit onderwerp.

Ons onderzoek toonde aan dat globale klimaatsverandering, zowel de opwarming zelf als verandering gerelateerd aan opwarming, een duidelijke invloed heeft op het Antarctische zoobenthos. Hoewel sommige effecten, zoals het uiteenvallen van grote ijsplaten, niet als bijzonder nadelig worden beschouwd voor de benthische fauna, werd er aangetoond dat andere effecten, zoals oceanische acidificatie, een negatief effect hebben op de ontwikkeling van benthische organismen, zoals bv. zeeëgels. Het werk dat werd uitgevoerd binnen het kader van het BIANZO II project wees ook op de complexiteit van de nauwe interacties tussen organismen en hun omgeving, en de kwetsbaarheid van verscheidene Antarctische benthische taxa t.a.v. een veranderende omgeving. BIANZO II levert beleidsmakers bijkomende argumenten voor de ernstige dreiging van global warming en voor het gebruik van milieuvriendelijke alternatieven voor de huidige energievoorzieningen.